

PROSES FOTOKATALISIS UNTUK PENYISIHAN E.coli DENGAN KOMBINASI TiO₂ ,KARBON AKTIF DAN SINAR UV

Firra Rosariawari*), Ali Masduki**) dan Wahyono Hadi **)

*) Progd Teknik Lingkungan, FTSP – UPN “Veteran” Jatim

**) Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITS

email : annerosariawari@gmail.com

ABSTRAK

Bakteri E.coli merupakan bakteri patogen yang mengindikasikan pencemaran untuk air minum. Masyarakat pedesaan umumnya menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan hidupnya terutama untuk minum. Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat untuk menyisihkan bakteri E.coli, sehingga air sumur warga layak sebagai air minum.

Proses fotolisis dan kombinasi proses fotokatalisis TiO₂ dengan dua media penyangga yaitu kasa dan karbon aktif dalam suatu alat Fixed Bed Reaktor akan digunakan untuk penyisihan bakteri E.coli. Proses fotolisis pada Fixed Bed Reactor menggunakan lampu ultra violet 10 watt. Fotokatalisis adalah proses yang mengkombinasikan katalis TiO₂ dengan konsentrasi 10 gr/L dan 20 gr/L pada media penyangga kasa dan karbon aktif. Preparasi katalis dengan cara mencampurkan antara karbon aktif dan TiO₂ serta pelapisan pada kasa dilakukan sebelum kontak dengan air sumur. Proses fotolisis dan proses fotokatalisis ini dilakukan dengan waktu detensi 20,40,60 dan 90 menit. Analisa data yang digunakan adalah korelasi antara removal E.coli dengan proses fotolisis dan kombinasi proses fotokatalisis.

Hasil penyisihan E.coli mencapai 100 % dalam waktu 60 menit pada proses fotokatalisis dengan media penyangga kasa. Sedangkan pada proses fotokatalisis dengan media penyangga karbon aktif, penyisihan E.coli mencapai 100 % pada waktu detensi 90 menit.

Kata kunci : fotolisis, fotokatalisis, E. coli, TiO₂ , karbon aktif.

ABSTRACT

One of bacteria which the most found in drinking water is E.coli as pathogenic bacteria. Contamination of ground water occurs because of pathogenic bacteria. Close distance between ground water and surface water or septic tank made contamination of ground water. E.coli bacteria had to remove from ground water, so that the people deserved ground water as drinking water. This research aimed to design reactor to remove E. Coli bacteria.

The processes were photolysis process and phothocatalysis process. Both of them in a Fixed Bed Reactor used for removal of E.coli bacteria. Photolysis process in Fixed Bed Reactor using a 10 watt ultra violet lamp. Photocatalysis is process using to combine TiO₂ powder as catalyst with variation of the concentration of 10 g / L, and 20 g / L on screen and activated carbon as buffer media. Catalyst preparation by mixing the activated carbon and TiO₂ coating on the screen was performed before contact in the reactor. Photolysis process and the photocatalysis process was done by detention time 20,40,60 and 90 minutes. Analysis of the data used the correlation between the removal of E.coli with the process of photolysis and combination photocatalysis process.

Removal E. coli reached 100% within 60 minutes and 90 minutes on the photocatalysis process by screen buffer. While the photocatalysis process by activated carbon media, removal E. coli reached 100% allowance on detention time of 90 minutes.

Key words : Photolysis, photocatalysis, E.coli, TiO₂, activated carbon

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan air bersih layak minum diperlukan bagi masyarakat pedesaan maupun perkotaan. Selama ini air sumur merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat untuk digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Namun pencemaran air sumur tersebut terjadi ketika air sumur tersebut terletak dekat dengan sungai dan tangki septik. Kondisi ini sangat banyak ditemukan baik di wilayah perkotaan maupun di wilayah pedesaan yang kini pertumbuhan penduduknya semakin meningkat. Sehingga jarak antara sumur dengan tangki septik sangat dekat. Kurangnya pengetahuan terhadap masyarakat tentang sanitasi lingkungan, bahkan banyaknya aktifitas masyarakat terhadap badan air yang mengakibatkan pencemaran. Beberapa aktifitas terhadap badan air itu adalah mencuci baju dan pembuangan dari kegiatan rumah tangga, baik dari dapur maupun kamar mandi.

Tercemarnya air sumur oleh bakteri patogen yang diindikasikan dengan E.coli, mengakibatkan air sumur tidak dapat dikonsumsi sebagai air bersih layak minum. Menurut Permenkes 492 tahun 2010, bahwa konsentrasi E.coli adalah 0 jumlah per 100 ml sampel dalam peruntukannya sebagai air minum. Penyisihan E.coli telah dilakukan dengan menggunakan penambahan bahan kimia namun memberikan dampak kurang baik bagi kesehatan. Menurut Happer et al (2000), penambahan bahan kimia mengakibatkan terbentuknya desinfectant by product dan residu dari bakteri itu sendiri. Penyinaran sinar sinar ultra violet dan X – Ray serta penggunaan katalis merupakan metode yang baik sebagai desinfektan pada air layak minum di negara berkembang (Dheaya et al., 2008). Penyisihan E.coli

mencapai 77,3 % hanya dengan pemaparan sinar ultra violet tanpa katalis. Proses penyisihan E.coli menjadi 84 % dalam 80 menit dengan menggunakan katalis TiO_2 dan penyinaran sinar ultra violet (Kabir et al., 2003).

TiO_2 merupakan salah satu semikonduktor dalam proses fotokatalisis untuk mengolah limbah organik karena bersifat inert, stabil dan pengoksidator kuat (Pichat et al., 2000 ; Slamet et al., 2006). Proses fotokatalis TiO_2 dengan sinar matahari mampu menyisihkan E.coli hingga 50 % dalam 90 menit (Happer et al., 2000). Beberapa Penelitian diatas menunjukkan kurang optimumnya penyisihan E.coli pada proses fotokatalisis melalui penyinaran dan penggunaan TiO_2 sebagai katalis. Hal ini disebabkan rendahnya daya absorpsi material fotokatalis dibandingkan dengan material adsorben. Karbon aktif merupakan bahan penyangga katalis dengan daya adsorpsi cukup baik (Youngsoo et al., 2005; Slamet et al., 2006 ; Tsuyoshi et al., 2010). Pada penelitian sebelumnya proses fotokatalisis dilakukan dengan menggunakan sinar matahari, TiO_2 dan karbon aktif dapat menyisihkan E.coli hingga 100 % dalam 180 menit (Fajar., 2010). Dalam penelitian ini akan diteliti apabila proses fotokatalis menggunakan sinar ultra violet digabungkan dengan TiO_2 dan karbon aktif dalam rangkaian alat fixed bed reactor secara kontinyu dapat menurunkan E.coli dalam waktu singkat (Alexiadis dan Mazzarino., 2005). Penelitian ini menggunakan TiO_2 Merck sebagai katalis, granular karbon aktif berukuran 4 mesh dan lampu ultra violet (UV) 10 watt. Air tercemar yang dipakai adalah air sumur yang dekat dengan sungai atau septic tank dan air buatan yang dicemari E.coli.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tiga tahapan proses. Tiga tahapan proses itu antara lain proses fotolisis, proses fotokatalisis dengan katalis TiO_2 dan media penyangga kasa serta proses fotokatalisis dengan katalis TiO_2 dengan media penyangga karbon aktif. Semua proses tersebut dilakukan pemaparan dengan menggunakan satu buah lampu ultra violet 10 watt, dalam fixed bed reactor. Adapun bahan yang digunakan adalah serbuk TiO_2 Merck, lampu UV 10 watt = 365 nm, granular karbon aktif 4 mesh dan kawat kasa 12 mesh. Prosedur kerja ketiga proses tersebut adalah sebagai berikut :

a. Analisa E.coli awal

Analisis awal E.coli dilakukan pada air sumur tanpa pengenceran dan air sumur dengan pengenceran dan dilakukan disetiap pergantian perlakuan. Analisis hasil paparan dilakukan setelah proses pada masing-masing tahap penelitian pada waktu detensi 20, 40, 60 dan 90 menit. Analisis dilakukan secara duplo, bertujuan untuk mengetahui kedekatan hasil analisis pertama dan kedua. Namun jika hasil analisis yang pertama dan kedua terdapat perbedaan yang besar maka diperlukan analisis yang ketiga untuk mengetahui kecenderungan hasil yang saling mendekati.

b. Preparasi Karbon Aktif dengan katalis TiO_2

Preparasi karbon aktif dilakukan dengan melapiskan TiO_2 pada karbon aktif. Preparasi ini dibuat dengan melarutkan 10 gram TiO_2 (sesuai variasi konsentrasi TiO_2) dalam 1000 ml aquades dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit sehingga dihasilkan larutan berwarna putih. Larutan tersebut kemudian dicampurkan karbon aktif granular yang dicuci terlebih dahulu dengan

aquades sehingga tidak ada pengotor pada pori – pori karbon aktif. Campuran TiO_2 dan karbon aktif ini kemudian diendapkan selama 30 menit serta dikeringkan dalam oven pada temperatur 100°C selama 30 menit.

c. Proses fotolisis

Pengaturan debit dilakukan sesuai dengan variasi waktu detensi, pada waktu detensi 20 menit debit yang dialirkan adalah 125 ml/menit. Sebelum dilakukan pengaliran air sumur ke reaktor, valve outlet ditutup terlebih dahulu, kemudian air sumur dengan debit 125 ml/menit dialirkan pada fixed bed reactor bersamaan dengan lampu ultra violet 10 watt dinyalakan. Setelah 20 menit, valve outlet di buka dan diambil sampel airnya. Waktu sampling dilakukan pada saat waktu ke 0 menit, 10 menit, 20 menit dan seterusnya, setelah air sumur terpapar sinar ultra violet selama 20 menit, sebanyak 10 ml. Hal ini juga dilakukan untuk waktu detensi 40, 60 dan 90 menit dan pada air sumur yang diencerkan 5 kali.

d. Proses Fotokatalis dengan katalis TiO_2 dengan media penyangga kasa.

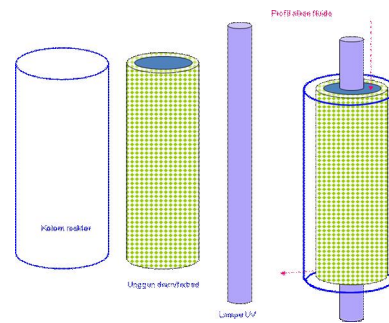
Pelarutan TiO_2 dilakukan sesuai dengan variasi konsentrasinya (10 g/L dan 20 g/L) dengan menggunakan magnetic stirrer. Larutan TiO_2 dilapiskan pada kasa dan didiamkan selama 30 menit agar TiO_2 membentuk lapisan film pada kasa. Kasa yang telah dilapisi TiO_2 dimasukkan kedalam fixed bed reactor. Pengaturan debit dilakukan sesuai dengan variasi waktu detensi, pada waktu detensi 20 menit debit yang dialirkan adalah 125 ml/menit. Sebelum dilakukan pengaliran air sumur ke reaktor, valve outlet ditutup terlebih dahulu, kemudian air sumur dengan debit 125 ml/menit dialirkan

pada fixed bed reactor bersamaan dengan lampu ultra violet 10 watt dinyalakan. Setelah 20 menit, valve outlet di buka dan diambil sampel airnya. Waktu sampling dilakukan pada saat waktu ke 0 menit, 10 menit, 20 menit dan seterusnya, setelah air sumur terpapar sinar ultra violet selama 20 menit, sebanyak 10 ml. Hal ini juga dilakukan untuk waktu detensi 40, 60 dan 90 menit, pada air sumur yang diencerkan 5 kali dan pada variasi konsentrasi katalis TiO_2 yang berbeda.

- e. Proses fotokatalis dengan katalis TiO_2 dan media penyangga karbon aktif.

Preparasi dilakukan terhadap karbon aktif terlebih dahulu dengan variasi konsentrasi TiO_2 10 g/L dan 20 g/L. Karbon aktif yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam fixed bed reactor. Pengaturan debit dilakukan sesuai dengan variasi waktu detensi, pada waktu detensi 20 menit, debit yang dialirkan adalah 125 ml/menit. Sebelum dilakukan pengaliran air sumur ke reaktor, valve outlet ditutup terlebih dahulu, kemudian air sumur dengan debit 125 ml/menit dialirkan pada fixed bed reactor bersamaan dengan lampu ultra violet 10 watt dinyalakan. Setelah 20 menit valve outlet di buka dan diambil sampel airnya. Waktu sampling dilakukan pada saat waktu ke 0 menit, 10 menit, 20 menit dan seterusnya, setelah air sumur terpapar sinar ultra violet selama 20 menit, sebanyak 10 ml. Hal ini juga dilakukan untuk waktu detensi 40, 60 dan 90 menit, pada air sumur yang diencerkan 5 kali dan pada variasi konsentrasi katalis TiO_2 yang berbeda.

Gambar 1 menunjukkan rangkaian alat fixed bed reactor, dengan diameter 60 mm dan ketinggian 290 mm.

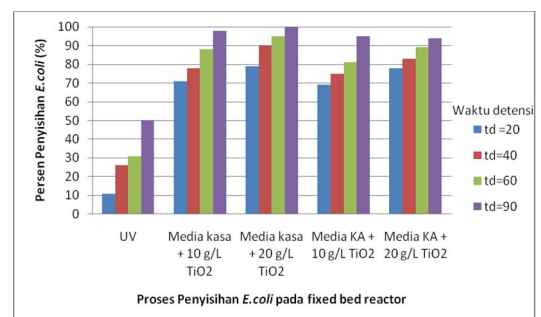


Gambar 1. Fixed Bed Reactor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis laboratorium maka didapatkan nilai persen penyisihan E.coli dalam berbagai proses.

Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu pemaparan sinar ultra violet baik pada proses fotolisis maupun proses fotokatalisis dapat meningkatkan persen penyisihan E.coli. Proses fotolisis, yaitu pemaparan sinar ultra violet terhadap air sumur pada Gambar 4.2, memperlihatkan bahwa penyisihan E.coli hanya mencapai 50 % dalam waktu 90 menit.



Gambar 2. Hubungan antara penyisihan E.coli (%) dengan berbagai proses pada fixed bed reactor pada berbagai waktu detensi.

Hal ini juga ditunjukkan pada penelitian terdahulu bahwa secara fotolisis penyisihan E.coli hanya mencapai 30 % setelah 50 menit dan tidak terjadi penurunan secara

signifikan meskipun dilakukan pemaparan hingga 2 jam (Naimah dan Ermawati, 2011).

Proses fotokatalisis dengan pemaparan sinar ultra violet dan katalis TiO_2 dalam penyisihan E.coli meningkat pada konsentrasi katalis TiO_2 10 g/L dibandingkan hanya dengan pemaparan sinar ultra violet pada proses fotolisis. Penyisihan E.coli mencapai 100 % dalam waktu 90 menit dengan konsentrasi TiO_2 20 g/L. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan TiO_2 sebagai katalis pada proses ini sangat berpengaruh untuk meningkatkan inaktivasi bakteri E.coli. Konsentrasi TiO_2 yang tinggi dapat meningkatkan spesies reaktif yang berfungsi menginaktivkan E.coli (Cho et al., 2004). Peningkatan konsentrasi katalis TiO_2 sejalan dengan meningkatnya efisiensi penyisihan E.coli. Penelitian dengan fixed bed reactor ini menunjukkan bahwa konsentrasi katalis TiO_2 20 g/L lebih efektif dalam menyisihkan E.coli dibandingkan konsentrasi TiO_2 10 g/L baik dengan media penyangga kasa maupun karbon aktif.

Penelitian ini mempunyai kesamaan pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Cho et al (2004) tentang hubungan linier antara penyisihan E.coli dengan konsentrasi OH radikal dalam proses fotokatalisis dengan TiO_2 . Pada penelitian Cho et al (2004) tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 1 g/L TiO_2 dua kali lebih efektif dibandingkan dengan konsentrasi TiO_2 0,1 g/L. Namun dalam pemaparan sinar ultra violet penelitian tersebut menunjukkan bahwa menggunakan 4 buah lampu dua kali lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan satu lampu untuk menyisihkan E.coli.

Terlihat pada Gambar 2, bahwa peningkatan konsentrasi TiO_2

meningkatkan persen penyisihan E.coli. Hal ini disebabkan adanya proses oksidasi yang terjadi pada TiO_2 saat pemaparan sinar ultra violet menghasilkan OH^\bullet radikal, dimana adanya suatu hubungan linier antara proses fotokatalisis dengan konsentrasi OH^\bullet radikal yang dihasilkan dalam menginaktivasi E.coli. Dimana dengan semakin meningkatnya konsentrasi katalis TiO_2 pada proses fotokatalisis dapat meningkatkan produksi OH^\bullet (Van R et al., 2010). OH^\bullet dan reactive oxygen species (ROS) yang terbentuk bereaksi langsung menuju dinding sel bakteri. Dinding sel E.coli yang tipis mengakibatkan dengan mudahnya OH^\bullet radikal menembusnya hingga ke DNA dan mengakibatkan lisis serta kematian pada bakteri (Van et al., 2010).

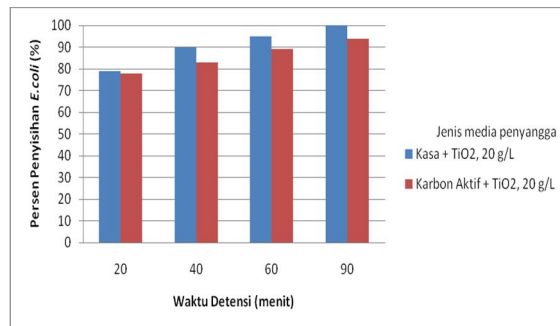
Peningkatan konsentrasi TiO_2 menunjukkan hasil yang berbeda pada media penyangga karbon aktif. Persen penyisihan E.coli hanya mencapai 90 % pada saat dilakukan kombinasi pelapisan TiO_2 dengan karbon aktif selama pemaparan dengan sinar ultra violet 90 menit. Kurang maksimalnya prosentase penyisihan ini disebabkan ketebalan media karbon aktif, yang mengakibatkan tidak optimalnya penyinaran hingga keseluruhan bagian permukaan karbon aktif yang telah dilapisi TiO_2 .

Peningkatan luas permukaan pori karbon aktif ini dikarenakan abu dan pengotor lainnya yang terdapat dalam karbon aktif terlepas ketika dilakukan proses pengeringan. Lepasnya pengotor – pengotor ini membuka pori – pori karbon aktif, sehingga TiO_2 tidak hanya melapisi permukaan karbon aktif saja, melainkan celah yang terbuka juga terlapisi oleh TiO_2 sehingga dapat mengurangi konsentrasi kontak antara TiO_2 dengan sinar ultra violet (Slamet et al., 2006). Karena pada dasarnya proses fotokatalisis adalah adsorpsi

yang terjadi pada permukaan partikel (Xue et al., 2011).

Kurang maksimalnya kontak antara TiO_2 dengan sinar ultra violet pada karbon aktif ini, mengakibatkan kemampuan penyisihan E.coli hanya mencapai 91 % dengan konsentrasi katalis TiO_2 10 gr/L dan 90 % dengan konsentrasi katalis TiO_2 20 g/L pada waktu detensi 90 menit.

Dapat disimpulkan dari Gambar 4.2 bahwa persen penyisihan E.coli maksimal yang dicapai dalam alat fixed bed reactor ini adalah pada saat proses fotokatalisis dengan konsentrasi TiO_2 sebesar 20 g/L pada media penyangga kasa.



Gambar 3. Hubungan antara penyisihan E.coli (%) dengan waktu detensi pada dua jenis media penyangga.

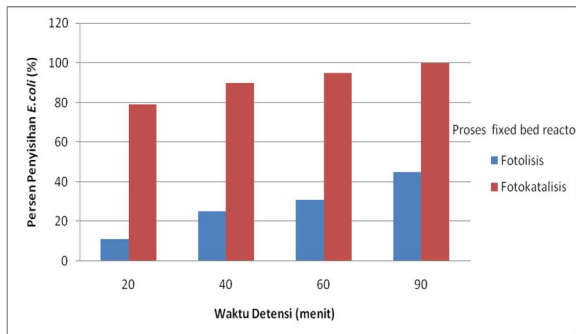
Pada proses fotokatalisis kehadiran katalis sebagai semikonduktor sangat penting. Hal tersebut disebabkan proses fotokatalisis dengan katalis semikonduktor terbukti mampu mendegradasi secara efektif beberapa jenis polutan organik, baik dalam fase gas maupun cair. Oksidasi fotokatalisis dapat mendegradasi senyawa – senyawa organik dengan mengubahnya menjadi produk inorganik yang aman bagi lingkungan yaitu CO_2 dan H_2O . Media penyangga diperlukan untuk memperluas bidang kontak antara sinar ultra violet dengan katalis untuk menghasilkan ion – ion radikal yang digunakan untuk membunuh E.coli. Media penyangga

katalis terdiri dari beberapa jenis. Dalam penelitian ini penyangga yang digunakan adalah kasa stainless steel 12 mesh dan karbon aktif dengan ukuran 4/8 mesh.

Pada penelitian ini TiO_2 merupakan katalis yang digunakan dalam fotokatalisis. Mekanisme dari proses fotokatalisis dengan TiO_2 adalah meningkatkan ion hidroksil OH^\bullet radikal yang mana aktif dalam proses oksidasi untuk merusak DNA E.coli.

Pada dasarnya prinsip mekanisme proses fotokatalisis adalah reaksi permukaan akibat terpaparnya TiO_2 oleh sinar ultra violet. Gambar 3 menunjukkan bahwa pelapisan TiO_2 pada kasa stainless steel lebih efektif dalam penyisihan E.coli dibandingkan dengan preparasi TiO_2 pada karbon aktif. Hal ini disebabkan karena TiO_2 melapisi celah karbon aktif sehingga radiasi sinar ultra violet tidak dapat menembus hingga ke celah tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa kemampuan persen penyisihan E.coli pada media penyangga karbon aktif selalu lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan media kasa. Hingga pada waktu detensi 90 menit dengan media penyangga karbon aktif persen penyisihan E.coli masih mencapai 90 %. Sedangkan pada media penyangga kasa persen penyisihan E.coli telah mencapai 100 % pada waktu detensi 90 menit. Hal ini disebabkan pada penyangga kasa stainless steel mempunyai luasan diameter yang cukup besar dan susunan pori yang rata, sehingga pemaparan sinar ultra violet selain mengenai TiO_2 juga dapat menembus lapisan belakang kasa melalui celah – celah pori kasa. Hasil penelitian menunjukkan adanya selisih rata – rata penyisihan E.coli antara media penyangga kasa dengan media penyangga karbon aktif dalam

waktu detensi 20 sampai 90 menit sebesar 5 %.



Gambar 4. Hubungan antara penyisihan E.coli (%) dengan waktu detensi pada proses fotolisis dan fotokatalisis.

Perbedaan persen penyisihan yang cukup signifikan antara proses fotolisis dan fotokatalisis ditunjukkan pada Gambar 4.6. Persen penyisihan E.coli mulai terlihat pada waktu detensi 20 menit, bahwa dengan proses fotolisis penyisihan E.coli hanya 11 % , namun dengan penambahan katalis TiO_2 yang dilapiskan pada media kasa dalam proses fotokatalisis pada waktu detensi yang sama penyisihan E.coli sudah mencapai 79 %.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan katalis TiO_2 sangat berpengaruh terhadap penyisihan E.coli. Hingga pada waktu detensi 90 menit penyisihan E.coli mencapai maksimum yaitu 100%.

Penelitian yang dilakukan Naimah dan Ermawati (2011) bertujuan membandingkan efektifitas proses fotolisis dan fotokatalisis dengan menggunakan sinar matahari dan sinar ultra violet dalam penyisihan E.coli. Reaktor yang digunakan adalah fotoreaktor batch menggunakan pengaduk mekanis untuk kontak antara katalis dengan air sampel dalam penyisihan E.coli.

Menurut Naimah dan Ermawati (2011), proses fotolisis hanya dengan sinar matahari tidak dapat menyisihkan E.coli, sedangkan dengan proses

fotolisis menggunakan sinar ultra violet dapat menyisihkan E.coli. Proses fotolisis yang dilakukan dalam fotoreaktor batch yang dilengkapi dengan 6 (enam) lampu ultra violet @ 10 watt dan pengaduk mekanik, dapat menyisihkan E.coli hingga 30 % setelah 50 menit dan tidak terjadi penurunan yang berarti walaupun dipanaskan sampai 2 jam. Sedangkan pada proses fotokatalisisnya dengan menggunakan katalis TiO_2 0,15 gr/L dapat menyisihkan E.coli hingga 100% dalam waktu 10 menit.

Sinar matahari yang diadsorpsi oleh atmosfer tidak mencapai permukaan bumi, sehingga beberapa mikroorganisme tahan terhadap penyinaran, artinya tidak semua mikroorganisme mati oleh penyinaran. Sedangkan mekanisme fotolisis untuk inaktivasi sel pada sinar ultra violet A yaitu dengan panjang gelombang 315 – 400 nm bersifat racun. ROS (Reactive Oksigen Spesies) yang dihasilkan dari hasil penyerapan sinar ultra violet A dapat merusak sel dan komponennya terutama lipid peroksidasi, pirimidin dimer dan DNA. Kontak antara ROS dan DNA mengakibatkan untaian DNA rusak. Adanya katalis TiO_2 sebagai penyerap sinar meningkatkan kerusakan sel setara dengan meningkatnya ROS. Beberapa mikroorganisme yang tahan terhadap sinar ultra violet-A akan inaktif oleh proses fotokatalisis TiO_2 , seperti E.cloacae, E.coli, P.aeruginosa, dan S typhimurium (Nan et al., 2010)

Sedangkan pada penelitian ini proses fotolisis dan fotokatalisis pada fixed bed reactor dilakukan secara kontinyu dengan aliran laminar. Pengaliran debit dengan aliran laminar bertujuan untuk menghindari luruhnya lapisan katalis TiO_2 yang menempel pada media penyangga kasa maupun karbon aktif, karena hal ini dapat

mempengaruhi efisiensi penyisihan E.coli.

Pada penelitian ini proses fotolisis dengan fixed bed reactor sistem kontinu yang dilengkapi 1 (satu) lampu ultra violet 10 watt, mampu menyisihkan E.coli hingga 31 % pada waktu detensi 60 menit. Sedangkan pada proses fotokatalisis dengan pelapisan TiO₂ 20 g/L pada media penyangga kasa, penyisihan E coli mencapai 100 % pada waktu detensi 90 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Fixed bed reactor dapat digunakan untuk menyisihkan E.coli dengan proses pemaparan sinar ultra violet dan TiO₂ yang dilapiskan pada media penyangga kasa stainless steel.
2. Kinerja dari proses fotokatalisis dipengaruhi oleh waktu detensi, jenis media penyangga dan konsentrasi katalis. Hasil dari proses fotokatalisis fixed bed reactor diperoleh pada waktu detensi 90 menit dengan penyisihan E.coli sebesar 100 %.
3. Proses fotokatalisis dari penelitian dengan konsentrasi TiO₂ 20 gr/L pada dua media penyangga yang berbeda, dapat menyisihkan E.coli 100 %. Kondisi optimum proses fotokatalisis dicapai pada fixed bed reactor dengan sistem penyangga kasa

DAFTAR PUSTAKA

Alexiadis, A., Mazzarino, I., (2005), Design guidelines for fixed-bed photocatalytic reactors. Chemical Engineering and Processing 44, 453 - 459.

Baram, N., Starosvetsky, D., Starosvetsky, J., Epsthein, M., Armon, R., Ein, Y., (2009), Enhance Inactivation of E.coli bacteria using immobilized porous TiO₂ photoelectrocatalysis. Electrochimica Acta 54, 3381 – 3386.

Benabbou, A.K., Derriche, Z., Felix, C., Lejeune, P., Guillard, C., (2007), Photocatalytic inactivation of Escherichia coli effect of concentration of TiO₂ and microorganism, nature, and intensity of UV irradiation. Applied catalysis B : Environmental 76, 257 – 263.

Cho, M., Chung, H., Choi, W., Yoon, J., (2004), Linier correlation between inactivation of E.coli and OH radical concentration TiO₂ photocatalytic disinfection. Water Research 38, 1069-1077.

Dheaya, M., Alrousan, Patrick, S., Dunlop, Trudy, A., Murray, Anthony, J., Byrne. (2009), Photocatalytic Inactivation of E. Coli in Surface water Using Immobilised Nanoparticle TiO₂ Film. Water Research, Volume 43 Issue 1, pages 47 – 54.

Fajar, M.T., (2010), Sistem Penjernihan Air yang Tercemar Bakteri E.coli Berbasis Fotokatalis TiO₂ Dikombinasikan Dengan Karbon Aktif, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.

Gonick, L., Wheelish, M., (2011), Biologi Genetika, KPG, Jakarta.

Happer, J.C., Christensen, P.A., Egerton, T.A., Curtis, T.P., and Gunlazuardi, J., (2001), Effect of Catalyst Type on The Kinetic of Photoelectrochemical Disinfection of Water Inoculated with Ecoli. Jurnal of

Applied Electrochemistry, Volume 31, Number 6, page 623 – 628.

Hermana, J., (2011), Bioteknologi Lingkungan, Lecture notes : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Idaman, N.S., (2007), Desinfeksi untuk proses pengolahan air minum. Jurnal Air Indonesia, Vol 3, No. 1.

Irianto, K., (2006), Mikrobiologi: Menguk Dunia Mikroorganisme, Jilid 1, CV. Yrama Widya, Bandung.

Kabir., Mohammad, F., Haque., Farzana., Vaisman., Elena., Langford., Cooper, H., and Kantzas., Apostolos., (2003), Disinfecting E.coli Bacteria In Drinking Water Using A Novel Fluidized Bed Reactor. International Journal of Chemical Reactor Engineering: Vol. 1: A39.

McCabe, W.L., Smith, J.C., (2004), Unit Operation of Chemical Engineering, Third Edition, McGraw-Hill International Book Company, Tokyo.

Michael, J.P., Chan, E.C.S., (2008), Dasar – dasar mikrobiologi. Penerbit Universitas Indonesia.

Nan, M. C., Jin, B., Christopher, W.K., Chris, S., (2010), Recent developments in photocatalytic water treatment technology : A review. Water Research 44,2997 – 3027.

Naimah, S., Ermawati, R., (2011), Efek Fotokatalis Nano TiO₂ terhadap mekanisme antimikrobia E.coli dan Salmonella. Jurnal Riset Industri Vol. V, No. 2, 2011, hal 113 – 120.

Pichat, P., Cermenati, L., Albini, A., Mas, D., Delprat, H., (2000), Degradation Processes of Organic Compounds Over Sinar Ultra Violet – Irradiated TiO₂ Effect of Ozone. Research on Chemichan Intermediate, volume 26 Number 2 page 161 – 170.

Rafael, V.G., Marugan, J., Pablo, C., Furonis, L., Lopez, A., (2010), Comparison betweenThe Photocatalytic of Gram-Positive E. faecalis and Gram-Negatif E.coli faecal Contamination Indicator Mikroorganisme. Applied Catalysis B : Environmental 100, 212 - 220.

Rahmat, B., Bowo, D. M., dan Ratih, S. H., (2010), Uji Penurunan Jumlah Escherichia Coli Menggunakan Proses Fotokatalis Dengan Katalis TiO₂ Dan Sinar Ultra Violet 15 Watt. Seminar Nasional Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia, Version 1 Udayana – Bali.

Remy, S.P., Simonet, F., Atlan, D., Lazzaroni, J.C., Guillard, C., (2012), Bacterial efficiency and mode of action : A comparative study of photochemistry and photocatalys. Water Research 46, 3208-3218.

Reynold, T.D., Richard, P.A., (1996), Unit Operation and processes in Environmental Engineering, Second Edition, PWS Publishing, Boston.

Rincon, A.G., Pulgarin, C., (2003), Photocatalytical inactivation of E.coli : effect of (continous-intermittent) light intensity and of (suspended-fixed) TiO₂ concentration. Applied Catalysis B : Environmental 44, 263 -284.

Robertson, P.K.J., Robertson, J.M.C., Bahneman, D.W.,(2012), Removal of mikroorganisms and their chemical metabolites from water using semiconductor photocatalysis. *Journal of Hazardous Material* 211-212, 161-171.

Slamet, S. B., Arbianti, R., dan Sari, Z., (2006), Penyisihan Fenol dengan Kombinasi Proses Adsorpsi dan Fotokatalis Menggunakan Karbon Aktif dan TiO_2 . *Jurnal Teknologi*, Edisi No. 4, hal 303 – 311, ISSN : 0215 – 1685.

Slamet dan Burni, F.B., (2006), Pengolahan Limbah Cr (VI) dan Fenol serta Desinfeksi Bakteri E – Coli Secara Simultan Menggunakan Fotokatalis TiO_2 Film. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, APTEKINDO*, Palembang, Juli 2006, ISBN : 979 – 97893 – 0 – 3.

Tsuyoshi, O., Tumohiro, F., Kazuya, N., Taketoshi, M., Donald, A., Yoshihiro, K., Akira, F., (2010), Photocatalytic Inactivation and Removal of Algae with TiO_2 – Coated Materials, *Jurnal Application Electrochem* 40 : 1737 - 1742.

Waluyo, L., (2008), Teknik dan metode dasar dalam mikrobiologi, UMM Press, Malang.

Xue, G., Liu, H., Chen, Q., Hills, C., Tyrer, M., Innocent, F., (2011), Synergy between surface adsorption and photocatalysis during degradation of humic acid on TiO_2 /activated carbon composite. *Journal of Hazardous Materials* 186, 765 – 772.

Youngsoo, N., Seungkoo Song and Youngseek Park. (2005), Photocatalytic Decolorization of Rhodamine B by Immobilized TiO_2 /Sinar Ultra Violet in a Fluidized-Bed Reactor. *Korean Journal Chemistry Engineering* 22(2),196–200.